

武蔵野大学学術機関リポジトリ Musashino University Academic Institutional Repository

東京湾沿岸域における海況特性に関する研究

| | |
|-----|---|
| 著者 | 中島 光雄 |
| 雑誌名 | 武蔵野大学環境学部紀要 |
| 号 | 2 |
| ページ | 13-27 |
| 発行年 | 2011-03-01 |
| URL | http://id.nii.ac.jp/1419/00000306/ |

東京湾沿岸域における海況特性に関する研究

A Study on Characteristics of Oceanic Conditions in Tokyo Bay Coastal Areas

中 島 光 雄*
NAKAJIMA Mitsuo

1. はじめに

本報告では、東京湾沿岸域における埋立てなどの沿岸域開発が、周辺沿岸域の海況にどのような影響を及ぼしているのかを調べるために、東京湾沿岸域の海況データベースを基に、東京港内、港外周辺の沿岸域を対象にして、海洋表層と下層の海況特性について解析を行った。解析地点は東京港内3地点、港外5地点である。解析期間は2007年4月～2008年3月の1年間である。解析に用いた海況特性の要素は、気温、水温、塩分、pH、溶存酸素（DO）、溶存酸素飽和度（DO/SDO）、クロロフィルa、COD、透明度、全窒素（T-N）、全リン（T-P）、赤潮発生回数である。

解析地点8地点のうち、解析期間において、赤潮発生回数が最も多い東京港内にある有明西埠頭沖と東京港外の最も沖にある東京港沖南側について詳細な解析を行った。

解析結果から、東京港内にある有明西埠頭沖では、東京港沖南側と比較して、より安定な密度成層が形成されていることが分かった。有明西埠頭沖で赤潮の発生回数が最も多いのは、この安定な密度成層が関係していることが推察される。また、両地点ともに赤潮発生時には海底付近では極端な貧酸素化が起きていることも分かった。この極端な貧酸素化は、底生生物などへ大きな影響を及ぼすと考えられる。

2. 解析方法および解析地点

東京都環境局が公開している東京湾沿岸域海況データベースを用いて、東京湾沿岸域の海況特性について解析を行った。東京湾沿岸域海況データベースの観測地点および解析地点は図1に示した8地点（St5、6、8、11、22、23、25、35、◎印の8地点）である。解析期間は2007年4月～2008年3月の1年間である。また、解析に用いたデータは月1回の観測をもとにした年間12回の観測データである。解析に用いた海況特性の要素は、気温、水温、塩分、pH、溶存酸素（DO）、溶存酸素飽和度（DO/SDO）、クロロフィルa、COD、透明度、全窒素（T-N）、全リン（T-P）、赤潮発生回数である。

なお、東京都の赤潮の判定基準は下記①～④となっている。

①海水が、茶褐色、黄褐色、緑色などの色を呈している。

*非常勤講師

②透明度が、概ね1.5m以下に低下している。

③顕微鏡下で赤潮プランクトンが大量に存在している。

④クロロフィル濃度（クロロフィルaとフェオ色素の合計）が $50\text{mg}/\text{m}^3$ 以上である。

解析地点の水深は東京港内の最奥部でお台場に近いSt5が11.6m、有明西埠頭沖St6が12.0m、15号地沖St8が5.6m、13号地沖St11が16.7m、京浜島沖St23が6.0m、東京灯標周辺St25が16.3m、東京港沖北側St22が14.2m、東京港沖南側St35が25.6mとなっており、特に、荒川河口沖にあり、葛西臨海公園や三枚洲沖のSt8と京浜運河の河口にある京浜島沖St23が浅く、最も沖合に位置する東京港沖南側St35の水深は25.6mとなっている。また、東京港内のSt5、6、11は航路となっているために水深12～17mとなっている。

なお、東京港には港口が2ヶ所あり、15号地南端と中央防波堤内側埋立地東側の間には防波堤があり、また、大井埠頭南端と中央防波堤内側埋立地西側の間にも防波堤がある。したがって本稿ではこれらの港口より内側を東京港内、外側を東京港外として解析を行った。

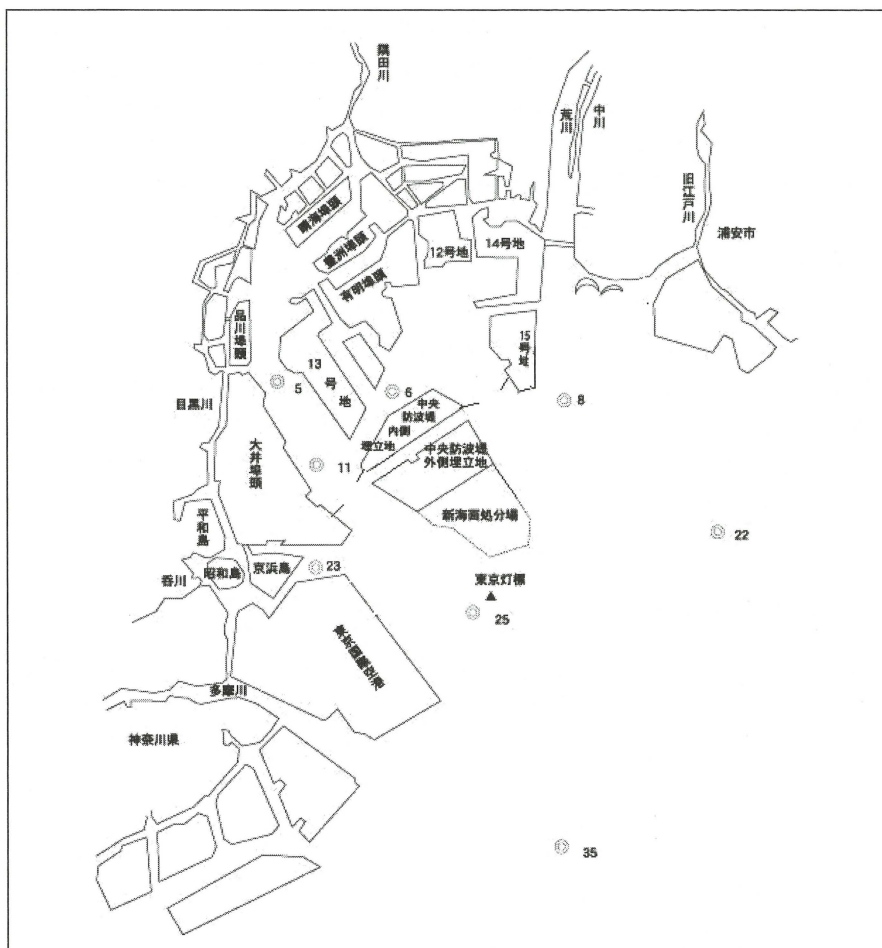


図1. 東京湾沿岸域海況データベースの観測地点および解析地点

3. 解析地点の海況特性の年平均値

表1に解析を行なった8地点（St5、6、8、11、22、23、25、35）の気温、水温、塩分、pH、溶存酸素（DO）、溶存酸素飽和度（DO/SDO）、クロロフィルa、COD、透明度、全窒素（T-N）、全リン（T-P）の年平均値および赤潮発生回数をまとめた。

水温については8地点で18～19℃と年平均値でみれば大きな変化はない。塩分は葛西臨海公園や三枚洲沖のSt8と京浜運河の河口にある京浜島沖St23が19.8～21.8%で河川の影響を受けて他地点よりも小さくなっている。また、東京港沖南側St35が29.5%で最も大きく、次いで東京港沖北側St22が28.3%となっている。他地点は24.6～26.5%となっている。

溶存酸素飽和度（DO/SDO）は、有明西埠頭沖St6が129.8%と最も大きく、次いで東京港沖南側St35が127.4%、東京港沖北側St22が125.8%となっている。また、葛西臨海公園や三枚洲沖のSt8と京浜運河の河口にある京浜島沖St23が84.4～94.5%と他地点に比較して小さくなっている。

植物プランクトン量の指標として用いられるクロロフィルaは、有明西埠頭沖St6が30.3mg/m³と最も大きく、次いで東京港沖北側St22が24.5mg/m³、東京灯標周辺St25が23.1mg/m³となっている。葛西臨海公園や三枚洲沖のSt8では最も小さく13.8mg/m³となっている。

CODは京浜島沖St23が5.4mg/Lと最も大きく、東京港沖南側St35で3.2 mg/Lと最も小さくなっている。他地点でも3.8～4.3mg/Lとなっている。

全窒素（T-N）は、京浜島沖St23が3.9mg/Lと最も大きく、東京港沖南側St35が0.8mg/Lと最も小さく、東京港沖北側St22が1.1 mg/Lとなっている。他地点では、1.7～2.5mg/Lとなっている。

全リン（T-P）は、京浜島沖St23が0.45mg/Lと最も大きく、東京港沖南側St35が0.07mg/Lと最も小さく、東京港沖北側St22が0.08mg/Lとなっている。他地点では、0.12～0.19mg/Lとなっている。

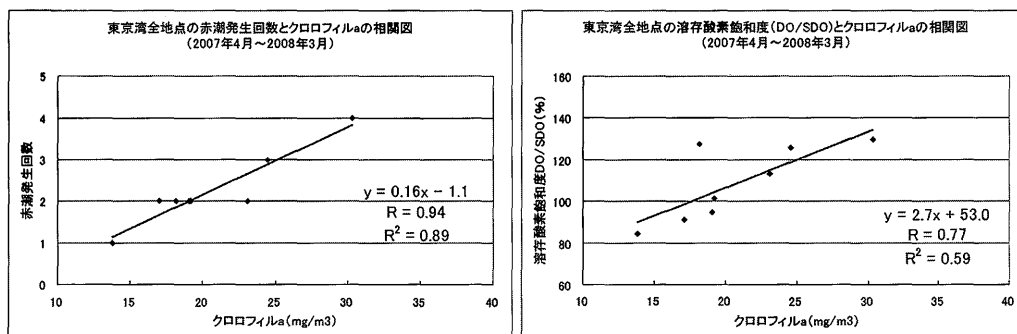
透明度は、東京港沖南側St35が4.0mと最も大きく、葛西臨海公園や三枚洲沖のSt8では最も小さく1.4mとなっている。他地点では、2.2～3.2mとなっている。

水質観測は、月1回、年間12回行われるが、水質観測時の赤潮発生回数は、東京港内の有明西埠頭沖St6が4回と最も多く、次いで東京港沖北側St22が3回となっている。葛西臨海公園や三枚洲沖のSt8では1回と最も少なく、他地点は2回となっている。

次に、図2に、赤潮発生回数とクロロフィルaの相関図、クロロフィルaと溶存酸素飽和度（DO/SDO）の相関図を示す。これらの図から年平均値でクロロフィルaが大きい地点ほど赤潮発生回数が多いといえる。また、年平均値では、ややばらつきが大きい、クロロフィルaが大きい地点ほど、溶存酸素飽和度（DO/SDO）が大きくなっている。

表1. 解析地点の海況特性の年平均値

| 調査項目 | 地点名 | St5 | St6 | St8 | St11 | St22 | St23 | St25 | St35 |
|------------------------------|-----|------|-------|------|-------|-------|------|-------|-------|
| 全水深 (m) | | 11.6 | 12.1 | 5.6 | 16.7 | 14.2 | 6.0 | 16.3 | 25.6 |
| 気温 (°C) | | 17.6 | 17.8 | 18.0 | 17.6 | 18.0 | 17.8 | 17.6 | 18.0 |
| 透明度 (m) | | 2.6 | 2.6 | 1.4 | 2.6 | 3.2 | 2.2 | 2.4 | 4.0 |
| 水温 (°C) | | 18.3 | 18.4 | 18.7 | 18.6 | 18.0 | 19.0 | 18.0 | 18.3 |
| 塩分 (‰) | | 24.6 | 26.5 | 19.8 | 26.0 | 28.3 | 21.8 | 24.8 | 29.5 |
| pH | | 7.9 | 8.2 | 7.9 | 8.0 | 8.3 | 7.8 | 8.2 | 8.4 |
| 溶存酸素 (DO) (mg/L) | | 7.4 | 10.2 | 7.0 | 8.1 | 10.0 | 7.7 | 9.2 | 10.0 |
| 溶存酸素飽和度 (%) | | 91.0 | 129.8 | 84.4 | 101.4 | 125.8 | 94.5 | 113.3 | 127.4 |
| クロロフィルa (mg/m ³) | | 17.0 | 30.3 | 13.8 | 19.2 | 24.5 | 19.1 | 23.1 | 18.1 |
| COD (mg/L) | | 3.8 | 4.3 | 4.2 | 4.0 | 3.8 | 5.4 | 4.1 | 3.2 |
| T-N (mg/L) | | 2.3 | 1.7 | 2.5 | 2.3 | 1.1 | 3.9 | 1.7 | 0.8 |
| T-P (mg/L) | | 0.19 | 0.15 | 0.16 | 0.18 | 0.08 | 0.45 | 0.12 | 0.07 |
| 赤潮発生回数 | | 2 | 4 | 1 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 |

図2. 赤潮発生回数とクロロフィルaの相関図 (左)、
クロロフィルaと溶存酸素飽和度 (DO/SDO) の相関図 (右)

4. 東京港沖南側 (St35) の海況特性の解析結果および考察

ここでは基準点として東京港外の最も沖に位置する東京港沖南側St35 (水深25.6m) について詳細な解析を行った。また、解析地点の中でこの地点は水深が25.6mと最も深くなっている。なお、この地点では観測期間中2回、7月、8月に赤潮が発生している。なお、表層の測定水深は海面直下、下層の測定水深は海底の直上である。

図3、4に表層における塩分と水温の相関図、表層と下層の水温、塩分の相関図を示す。これらの図に示されるように、表層では水温の上昇と共に塩分は低下する。特に赤潮発生時の7、8月では、水温が24～28度に対して、塩分は26～27‰と小さくなる。これに対して下層では、水温は

表層よりも低く、塩分は33~34%とほぼ一定である。このことから、7、8月に安定な密度成層が形成されていると推察される。

次に赤潮の指標になるクロロフィルaとpHの相関図を図4に示す。また、クロロフィルaと溶存酸素（DO）、溶存酸素飽和度（DO/SDO）の相関図を図5に示す。これらの図からクロロフィルaが大きくなると、pHはアルカリ側にシフトして、溶存酸素飽和度（DO/SDO）は過飽和状態が顕著となる。特に赤潮発生時の7、8月では、クロロフィルaが46~63mg/m³に対して、溶存酸素飽和度（DO/SDO）が175~204%とかなり大きくなるのが分かる。これは植物プランクトンの光合成の影響であると推察される。

また、クロロフィルaとCODの相関図を図6に示す。この図からクロロフィルaが大きくなるとCODも大きくなり、赤潮発生時の7、8月では、クロロフィルaが46~63mg/m³に対して、CODは5.7~7.2mg/Lと大きな値となっている。赤潮発生時にCODが大きくなるのは植物プランクトンなどのデトリタスが多くなるためと推察される。

次に下層の溶存酸素飽和度（DO/SDO）と表層のクロロフィルaの相関図を図6に示す。また、下層の溶存酸素飽和度（DO/SDO）と表層の溶存酸素飽和度（DO/SDO）の相関図を図7に示す。これらの図から、表層のクロロフィルaが大きくなると、下層の溶存酸素飽和度（DO/SDO）が小さくなるのが分かる。赤潮発生時の7、8月では、クロロフィルaが46~63mg/m³に対して、下層の溶存酸素飽和度（DO/SDO）は1~22%と極端な貧酸素化が認められる。また、図7から、このときの下層の溶存酸素（DO）は0~2mg/Lで生物が生息できるとされる3mg/Lよりも小さくなっている。この極端な貧酸素化は、底生生物などへ大きな影響を及ぼすと考えられる。

また、透明度と表層クロロフィルaの相関図を図9に示す。この図から表層クロロフィルaの増加にしたがって透明度は小さくなるのが分かる。赤潮発生時の7、8月では、クロロフィルaが46~63mg/m³に対して、透明度は0~1.6mとなり、透明度は著しく悪化している。

次に、赤潮発生の原因物質である全窒素（T-N）や全リン（T-P）と表層クロロフィルaの相関図を図8に示す。どちらの相関図もややばらつきは大きいですが、赤潮発生時についてみれば、全窒素（T-N）や全リン（T-P）が大きくなったときに赤潮が発生しているといえる。赤潮発生時の夏季に、全窒素（T-N）や全リン（T-P）が大きくなるのは、夏季の安定な密度成層の形成が原因として考えられる。また、全窒素（T-N）や全リン（T-P）については、底質からの溶出も考えられる。

解析結果から東京港沖南側St35の海況特性をまとめると以下ようになる。

夏季は、安定な密度成層が形成される。この理由としては夏季に暖められた河川水が海洋の表層に流れ込み、これに夏季の強い日射が加わって、海洋表層は高温、低塩分、海洋下層では表層と比較して低水温、高塩分となり、表層の密度が下層に比較して小さくなる。すなわち、安定な密度成層が形成される。

また、夏季は湾奥に位置する東京港沖南側St35では南寄りの季節風が吹くが、これによって沿岸域の湧昇流が抑制される。また、湾奥では潮汐、潮流も小さく、河口域からも離れているために河川の流れの影響も小さいと考えられる。このために海水が滞留し、表層と下層で海水の混合が行われずに、夏期は安定な密度成層が維持される。

夏季の安定な密度成層の形成によって、植物プランクトンが光合成によって増殖しやすい環境

となる。また、植物プランクトンの増殖によって、クロロフィルaが大きくなり、pHはアルカリ側にシフトして、溶存酸素飽和度（DO/SDO）は過飽和状態が顕著となる。また、植物プランクトンやそのデトリタスの増加により、CODは大きくなり、透明度は低下する。

さらに、海洋下層では貧酸素化が顕著になる。この理由は、表層で増殖した植物プランクトンがデトリタスとなって海底に堆積することで、海底でバクテリアが増殖して、この呼吸による酸素消費が大きくなるためである。

以上のことから、夏季の赤潮の発生と貧酸素化の大きな要因として、安定な密度成層の形成が考えられる。

ただし、観測は天気が穏やかな日に行われていることにも注意する必要がある。夏季でも発達した低気圧や台風の影響によって海洋表層と下層は混合され、安定な密度成層が解消されることがあるので、この結果はあくまでも比較的穏やかな気象条件における解析結果である。

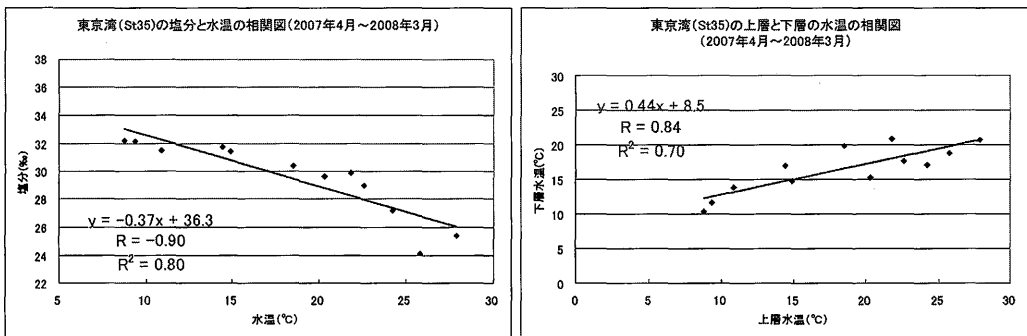


図3. 東京港沖南側 (St35) の表層の塩分と水温の相関図 (左)、
表層と下層の水温の相関図 (右)

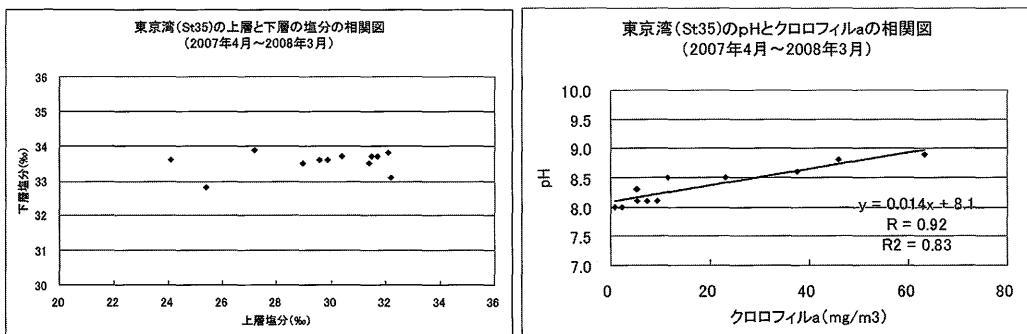


図4. 東京港沖南側 (St35) の表層と下層の塩分の相関図 (左)、
表層のpHとクロロフィルaの相関図 (右)

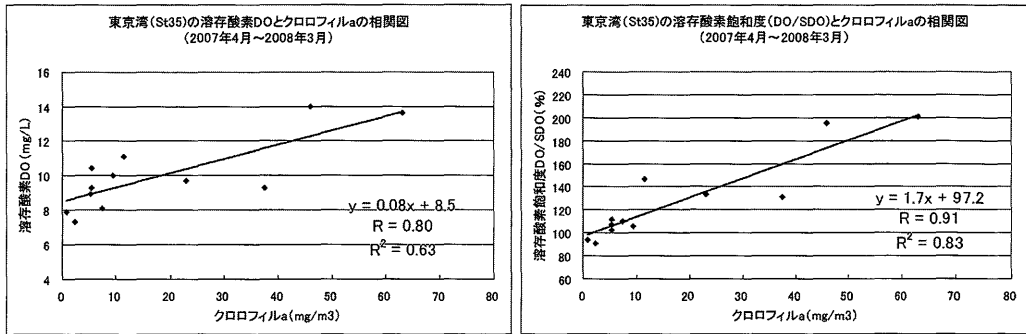


図5. 東京港沖南側 (St35) の表層のクロロフィルaと溶存酸素 (DO) の相関図 (左)、
表層のクロロフィルaと溶存酸素飽和度(DO/SDO)の相関図 (右)

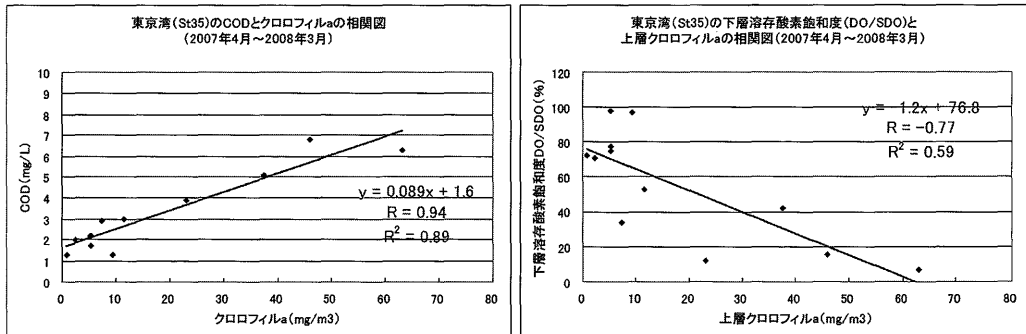


図6. 東京港沖南側 (St35) の表層のクロロフィルaとCODの相関図 (左)、
表層のクロロフィルaと下層の溶存酸素飽和度 (DO/SDO) の相関図 (右)

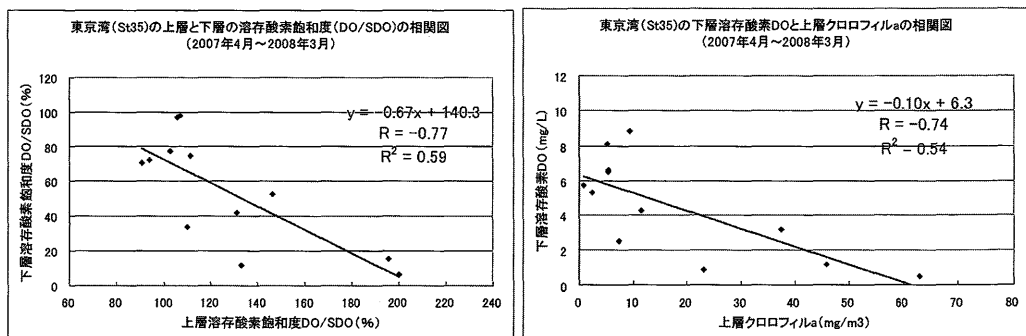


図7. 東京港沖南側 (St35) の表層と下層の溶存酸素飽和度 (DO/SDO) の相関図 (左)、
表層のクロロフィルaと下層の溶存酸素 (DO) の相関図 (右)

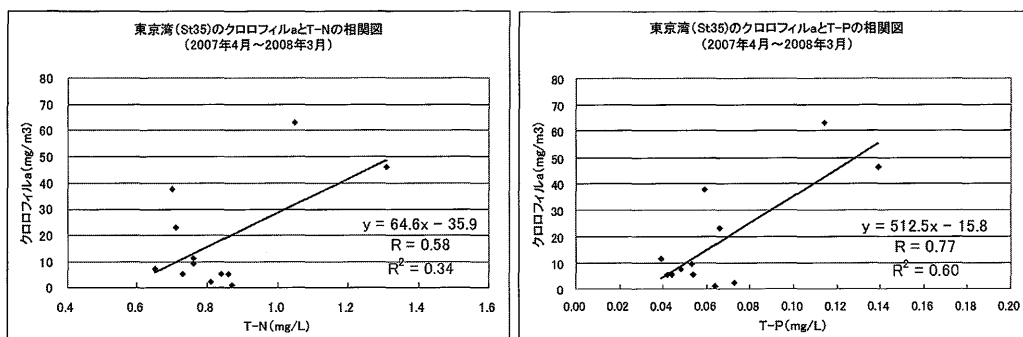


図8. 東京港沖南側 (St35) の表層の全窒素 (T-N) とクロロフィルaの相関図 (左)、
表層の全リン (T-P) とクロロフィルaの相関図 (右)

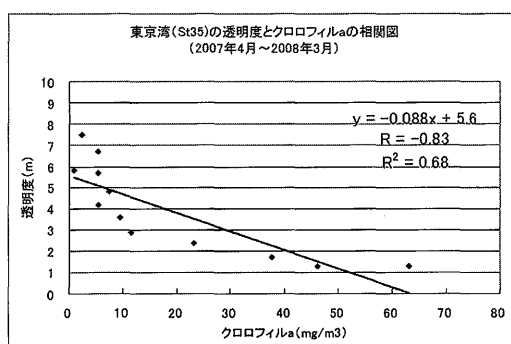


図9. 東京港沖南側 (St35) の表層のクロロフィルaと透明度の相関図

5. 有明西埠頭沖 (St6) の海況特性の解析結果および考察

ここでは東京港内にある有明西埠頭沖St6 (水深12.0m) について詳細な解析を行った。なお、この地点では観測期間中4回、6月～9月に赤潮が発生している。なお、表層の測定水深は海面直下、下層の測定水深は海底の直上である。

図10、11に表層における塩分と水温の相関図、表層と下層の水温、塩分の相関図を示す。これらの図に示されるように、表層では水温の上昇と共に塩分は低下する。特に赤潮発生時の6～9月では、水温が23～29℃に対して、塩分は20～24%と小さくなる。これに対して下層では、水温は表層よりも低く、塩分は29～33%となっている。このことから、6～9月に安定な密度成層が形成されていると推察される。

次に赤潮の指標になるクロロフィルaとpHの相関図を図11に示す。また、クロロフィルaと溶存酸素 (DO)、溶存酸素飽和度 (DO/SDO) の相関図を図12に示す。これらの図からクロロフィルaが大きくなると、pHはアルカリ側にシフトして、溶存酸素飽和度 (DO/SDO) は過飽和状態が顕著となる。特に赤潮発生時の6～9月では、クロロフィルaが44～80mg/m³に対して、溶存酸素飽和度 (DO/SDO) が152～210%とかなり大きくなるのが分かる。これは植物プランク

トンの光合成の影響であると推察される。

また、クロロフィルaとCODの相関図を図13に示す、この図からクロロフィルaが大きくなるとCODも大きくなり、赤潮発生時の6～9月では、クロロフィルaが44～80mg/m³に対して、CODは5.2～7.7mg/Lと大きな値となっている。赤潮発生時にCODが大きくなるのは植物プランクトンなどのデトリタスが多くなるためと推察される。

次に下層の溶存酸素飽和度(DO/SDO)と表層のクロロフィルaの相関図を図13に示す。また、下層の溶存酸素飽和度(DO/SDO)と表層の溶存酸素飽和度(DO/SDO)の相関図を図14に示す。これらの図から、表層のクロロフィルaが大きくなると、下層の溶存酸素飽和度(DO/SDO)が小さくなることが分かる。赤潮発生時の6～9月では、クロロフィルaが44～80mg/m³に対して、下層の溶存酸素飽和度(DO/SDO)は11～36%と貧酸素化が認められる。また、図14から、このときの溶存酸素(DO)は、0.6～2.8mg/Lで生物が生息できるとされる3mg/Lよりも小さくなっており極端な貧酸素化が認められる。この極端な貧酸素化は、底生生物などへ大きな影響を及ぼすと考えられる。

また、透明度と表層クロロフィルaの相関図を図16に示す。この図から表層クロロフィルaの増加にしたがって透明度は小さくなることが分かる。赤潮発生時の6～9月では、クロロフィルaが44～80mg/m³に対して、透明度は0.8～2.1mとなっており、透明度は悪化している。

次に、赤潮発生の原因物質である全窒素(T-N)や全リン(T-P)と表層クロロフィルaの相関図を図15に示す。どちらの相関図もややばらつきは大きいですが、赤潮発生時についてみれば、概ね、全リン(T-P)の濃度が大きくなったときに赤潮が発生しているといえる。赤潮発生時の夏季に、全リン(T-P)が大きくなるのは、夏季の安定な密度成層の形成が原因として考えられる。また、全窒素(T-N)や全リン(T-P)については、底質からの溶出も考えられる。

解析結果から有明西埠頭沖St6の海況特性をまとめると以下ようになる。

東京沖南側S35と同様に、夏季は、安定な密度成層が形成される。この理由としては夏季に暖められた河川水が海洋の表層に流れ込み、これに夏季の強い日射が加わって、海洋表層は高温、低塩分、海洋下層では表層と比較して低温、高塩分となり、表層の密度が下層に比較して小さくなる。すなわち、安定な密度成層が形成される。

また、有明西埠頭沖St6は閉鎖性が顕著な地形であるために、潮汐、潮流も小さく、河口域からも離れているために河川の流れの影響も小さいと考えられる。このために海水が滞留し、表層と下層で海水の混合が行われずに、夏期は安定な密度成層が維持される。

夏季の安定な密度成層の形成によって、植物プランクトンが光合成によって増殖しやすい環境となる。また、植物プランクトンの増殖によって、クロロフィルaが大きくなり、pHはアルカリ側にシフトして、溶存酸素飽和度(DO/SDO)は過飽和状態が顕著となる。また、植物プランクトンやそのデトリタスの増加により、CODは大きくなり、透明度は低下する。

さらに、海洋下層では貧酸素化が顕著になる。この理由は、表層で増殖したプランクトンがデトリタスとなって海底に堆積することで、海底でバクテリアが増殖して、この呼吸による酸素消費が大きくなるためである。

以上のことから、夏季の赤潮の発生と貧酸素化の大きな要因として、安定な密度成層の形成が考えられる。

ただし、観測は天気が穏やかな日に行われていることにも注意する必要がある。夏季でも発達した低気圧や台風の影響によって海洋表層と下層は混合され、安定な密度成層が解消されることもあるので、この結果はあくまでも比較的穏やかな気象条件における解析結果である。

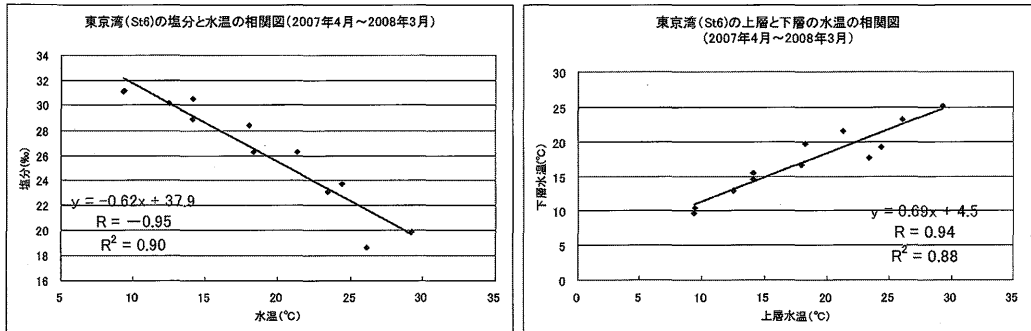


図10. 有明西埠頭沖 (St6) の表層の塩分と水温の相関図 (左)、
表層と下層の水温の相関図 (右)

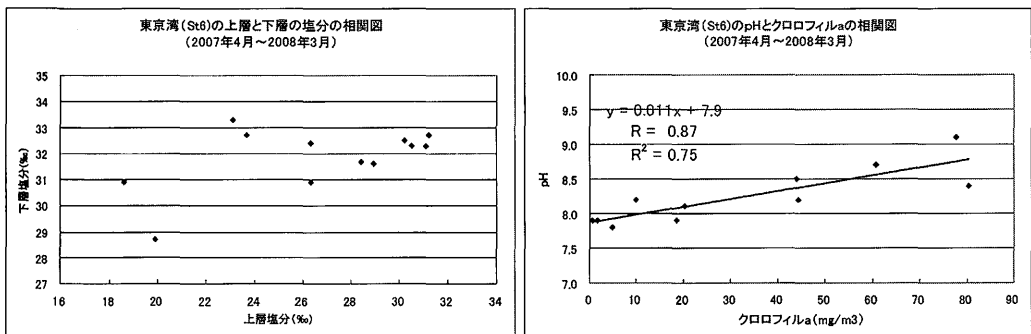


図11. 有明西埠頭沖 (St6) の表層と下層の塩分の相関図 (左)、
表層のpHとクロロフィルaの相関図 (右)

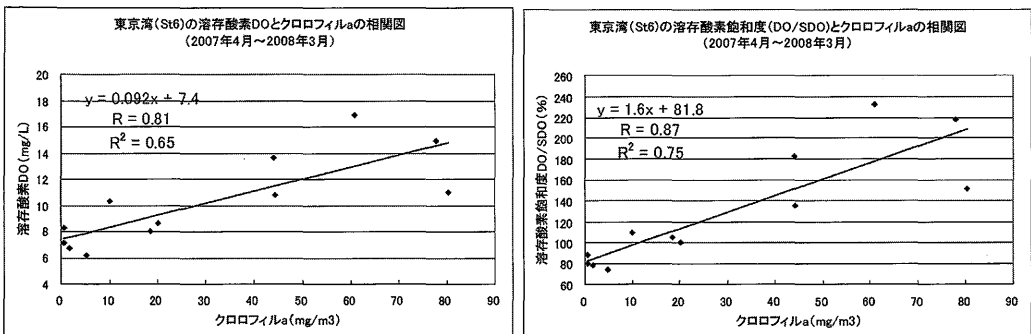


図12. 有明西埠頭沖 (St6) の表層のクロロフィルaと溶存酸素 (DO) の相関図 (左)、
表層のクロロフィルaと溶存酸素飽和度 (DO/SDO) の相関図 (右)

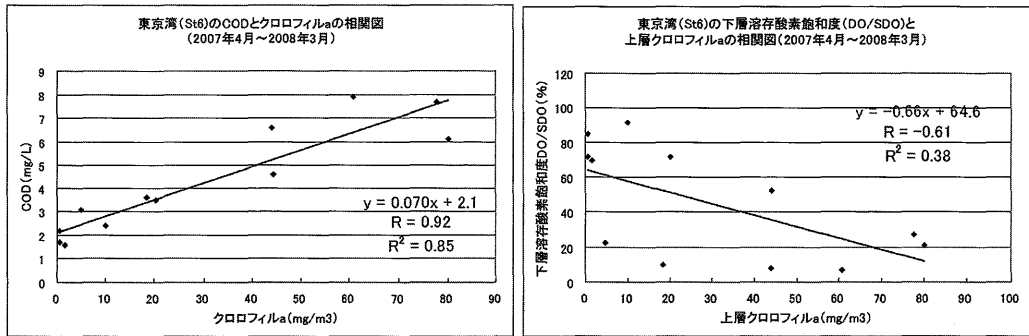


図13. 有明西埠頭沖 (St6) の表層のクロロフィルaとCODの相関図 (左)、
表層のクロロフィルaと下層の溶存酸素飽和度 (DO/SDO) の相関図 (右)

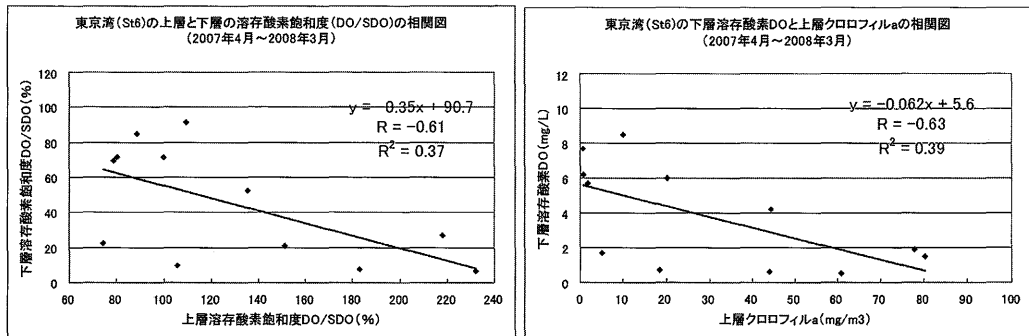


図14. 有明西埠頭沖 (St6) の表層と下層の溶存酸素飽和度 (DO/SDO) の相関図 (左)、
表層のクロロフィルaと下層の溶存酸素 (DO) の相関図 (右)

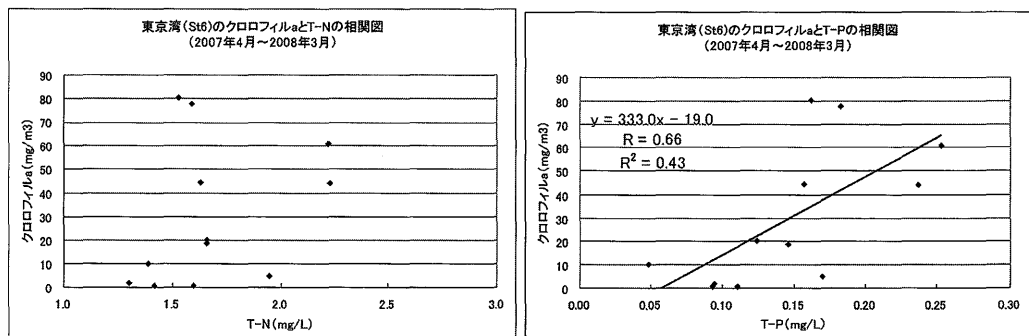


図15. 有明西埠頭沖 (St6) の表層の全窒素 (T-N) とクロロフィルaの相関図 (左)、
表層の全リン (T-P) とクロロフィルaの相関図 (右)

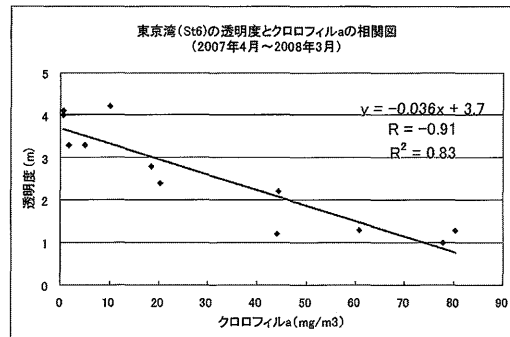


図16. 有明西埠頭沖 (St6) の表層のクロロフィルaと透明度の相関図

6. 有明西埠頭沖 (St6) と東京港沖南側 (St35) の海況特性の比較解析結果および考察

ここでは有明西埠頭沖 (St6) と東京港沖南側 (St35) の海況特性について比較解析を行った。特に有明西埠頭沖 (St6) では解析を行った8地点のうち、赤潮発生回数が4回と最も多くなっている。海況特性の比較解析によってこの原因について考察を行なった。

図17に有明西埠頭沖 (St6) と東京港沖南側 (St35) のクロロフィルaの相関図を示す。この図から、クロロフィルaは、東京港沖南側 (St35) よりも有明西埠頭沖 (St6) でかなり大きくなっていることが分かる。

次に、有明西埠頭沖 (St6) と東京港沖南側 (St35) の表層水温、表層塩分、下層水温、下層塩分の相関図を図18、19に示す。まず、表層水温は両地点ともほぼ同じであるが、表層塩分は、有明西埠頭沖 (St6) が東京港沖南側 (St35) よりも小さくなっており、この傾向は夏季により顕著となる。下層水温は、両地点ともほぼ同じであり、表層水温よりも低くなっている。また、下層塩分は、東京港沖南側 (St35) は33～34%、有明西埠頭沖 (St6) は29～33%となっており、両地点ともに表層塩分よりも大きくなっている。

これらの解析結果から、有明西埠頭沖 (St6) では、東京港沖南側 (St35) よりも表層塩分が小さくなっていることが分かる。したがって、有明西埠頭沖 (St6) では、東京港沖南側 (St35) と比較して、密度成層がより安定であることが分かる。また、この傾向は夏季により顕著となる。

この理由として、有明西埠頭沖 (St6) は閉鎖性が顕著な地形であるために、東京港沖南側 (St35) よりも河川の流れや潮汐、潮流などの影響を受けにくい。このために海水が滞留しやすく、表層と下層で海水の混合が行われずに、夏季は安定な密度成層が維持される。

有明西埠頭沖 (St6) で東京港沖南側 (St35) よりもクロロフィルaが大きいのは、この密度成層の違いによると推察される。すなわち、有明西埠頭沖 (St6) では夏季に安定な密度成層が形成されやすく、このために解析を行った8地点のうちで、赤潮発生回数が4回と最も多くなったと推察される。

次に図20に有明西埠頭沖 (St6) と東京港沖南側 (St35) の下層の溶存酸素飽和度 (DO/SDO) および下層の溶存酸素 (DO) の相関図を示す。これらの図から、有明西埠頭沖 (St6) では、東

京港沖南側（St35）よりも下層の溶存酸素飽和度（DO/SDO）、溶存酸素（DO）が小さいことが分かる。また、下層の溶存酸素（DO）の相関図から、両地点ともに、夏季は、生物が生息できるとされる3mg/Lよりも小さくなっており極端な貧酸素化が認められる。この極端な貧酸素化は、底生生物などへ大きな影響を及ぼすと考えられる。

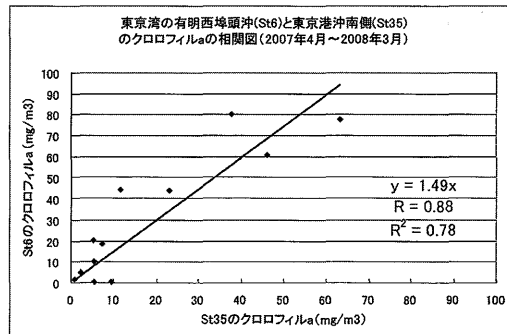


図17. 有明西埠頭沖（St6）と東京港沖南側（St35）のクロロフィルaの相関図

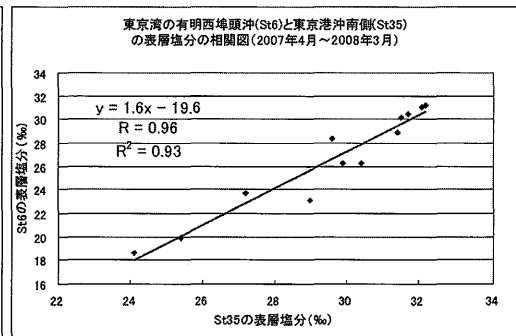
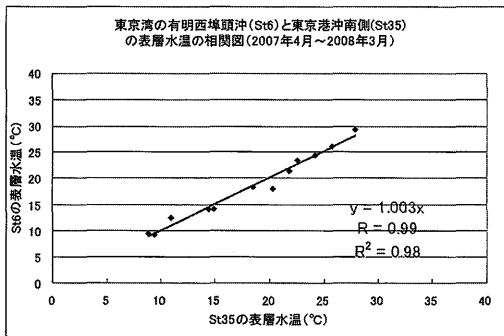


図18. 有明西埠頭沖（St6）と東京港沖南側（St35）の表層水温の相関図（左）、表層塩分の相関図（右）

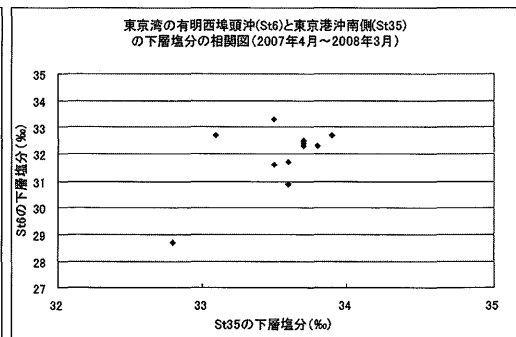
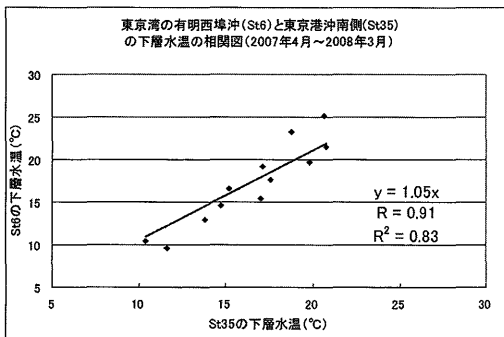


図19. 有明西埠頭沖（St6）と東京港沖南側（St35）の下層水温の相関図（左）、下層塩分の相関図（右）

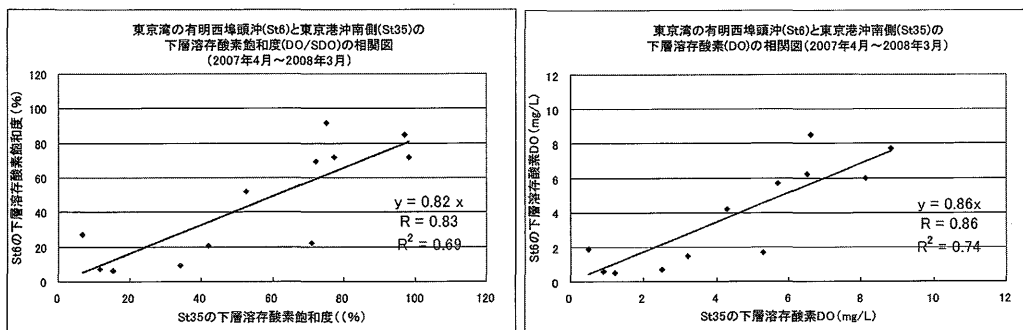


図20. 有明西埠頭沖 (St6) と東京港沖南側 (St35) の下層溶存酸素飽和度 (DO/SDO) の相関図 (左)、
下層溶存酸素 (DO) の相関図 (右)

7. おわりに

今回の解析結果は、環境教育にも活用が可能である。東京港沖南側 (St35) と有明西埠頭沖 (St6) の詳細な解析で述べたように、表層のクロロフィルaと溶存酸素飽和度 (DO/SDO) には相関関係がみられ、溶存酸素飽和度 (DO/SDO) の測定からクロロフィルaを推定することが可能である。

クロロフィルaの測定に比較して、溶存酸素飽和度 (DO/SDO) の測定は容易であることから、環境教育の現場などで、赤潮発生の有無や貧酸素化の状態をリアルタイムで確認したいときに、この方法は非常に有効である。

実際に、今年度の前期の環境モニタリング2の授業で有明西埠頭沖 (St6) に近い、有明西埠頭公園で、7月23日に観測を実施したところ、表層の溶存酸素飽和度 (DO/SDO) は210%と大きな値となり、また、下層の溶存酸素飽和度 (DO/SDO) は24%、下層の溶存酸素 (DO) は1.7mg/Lと極端な貧酸素化が起きていることを確認した。観測値と有明西埠頭沖 (St6) の解析結果との比較から、観測当日は、有明西埠頭公園周辺海域で赤潮の発生とそれによる極端な貧酸素化が起きていたと考えられる。

謝辞

本報告において、武蔵野大学環境学部の矢内秋生教授からは有益な御意見・御助言を頂きました。また、武蔵野大学大学院学生の政岡沙央理さんには、環境モニタリング2の東京湾の観測実習に際して協力をしていただきました。ここに記して謝意を表します。また、東京湾沿岸域海況データベースの使用を快諾して頂いた東京都環境局の関係者の方々に謝意を表します。

参考文献

- 小倉紀雄、高田秀重（1991） 東京湾の汚濁負荷の見積もりと汚濁物質の挙動、沿岸海洋研究ノート28-2、121-128.
- 佐々木克之（1991） プランクトン生態系と窒素・リン循環、沿岸海洋研究ノート28-2、129-139.
- 蔵本武明、中田喜三郎（1991） 東京湾における流動と底層DO濃度シミュレーション、沿岸海洋研究ノート28-2、140-151.
- 小倉紀雄編（1993） 東京湾-100年の環境変遷-、恒星社厚生閣.
- 有田正光編著（1998） 水圏の環境、東京電機大学出版局.
- 田中昌宏（2001） 内湾の生態系シミュレーション、ながれ20-5、日本流体力学会、354-364.
- 小野佐和子、宇野求、古谷勝則（2004） 海辺の環境学、東京大学出版会.
- 宇野木早苗（2006） 有明海の自然と再生、築地書館.
- 中村充、石川公敏編（2007） 環境配慮・地域特性を生かした干潟造成法、恒星社厚生閣.
- 生態系工学研究会編（2009） 大阪湾、恒星社厚生閣.
- 本田直久（2009） 海洋基本法と海洋基本計画、環境情報科学38-2、3-7.
- 河宮未知夫（2009） 地球温暖化と海洋環境の変化、環境情報科学38-2、14-19.
- 細川恭史（2009） 海の再生への取り組み、環境情報科学38-2、25-30.